



PCT/PTO 06 JUN 2005

PCT/CH 03 / 00748

Handwritten signature

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 24 NOV 2003	
WIPO	PCT

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 14. Nov. 2003

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

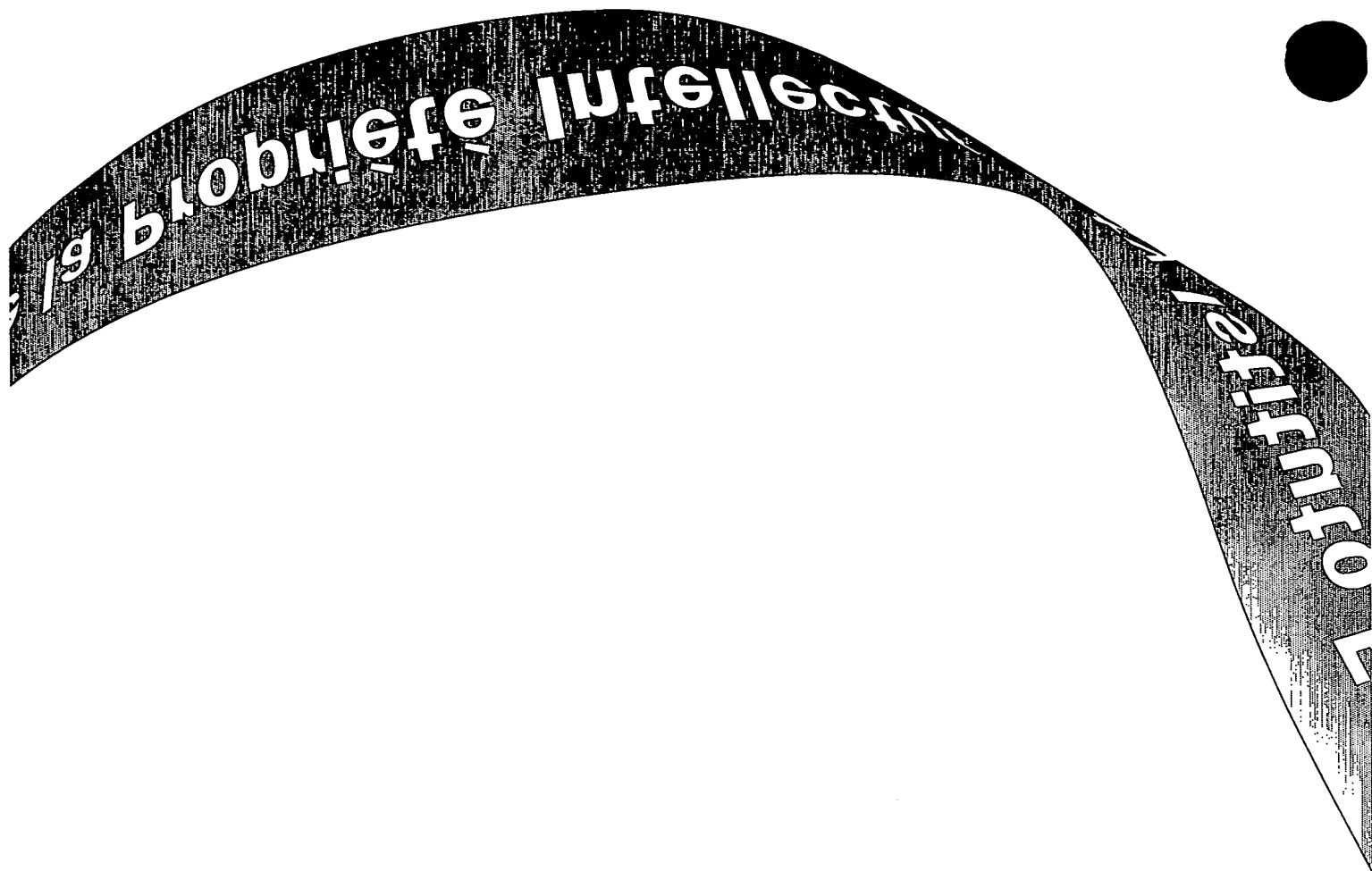
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

Handwritten signature of Heinz Jenni
Heinz Jenni

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY



Patentgesuch Nr. 2002 2112/02

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Abstimmbare Hochfrequenz-Filteranordnung sowie Verfahren zu ihrer Herstellung.

Patentbewerber:

Thales Communications AG
Binzstrasse 18
8045 Zürich

Vertreter:

Isler & Pedrazzini AG
Gotthardstrasse 53
8023 Zürich

Anmeldedatum: 11.12.2002

Voraussichtliche Klassen: H01P

5

10

BESCHREIBUNG

15 ABSTIMMBARE HOCHFREQUENZ-FILTERANORDNUNG SOWIE VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG

TECHNISCHES GEBIET

20

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Hochfrequenztechnik. Sie betrifft eine abstimmbare Hochfrequenz-Filteranordnung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

25 Eine solche Hochfrequenz-Filteranordnung ist beispielsweise aus der US-A-6,147,577 bekannt.

Ein einzelner abstimmbarer dielektrischer Resonator, bei dem der bewegliche dielektrische Körper in einer Aussparung des dielektrischen Resonatorelements in
30 vertikaler oder horizontaler Richtung linear bewegbar ist, ist beispielsweise aus der EP-A1-0 601 369 bekannt.

STAND DER TECHNIK

Für den schnellen und flexiblen Aufbau von drahtlosen Kommunikationsnetzen, insbesondere in unwegsamem Gelände ohne entsprechende Infrastruktur, haben sich transportable Richtfunkverbindungen (LOS = Line of Sight) bewährt, die im Frequenzbereich von mehreren GHz (z.B. 4,4 bis 5 GHz ;oder 14,62 bis 15,23 GHz) arbeiten. Für die Signalverarbeitung im Rahmen der Sende- und Empfangsgeräte derartiger Richtfunkverbindungen werden entsprechende Filter, insbesondere Bandpassfilter, benötigt, die nicht nur für einzelne Frequenzen ausgelegt sind, sondern automatisch abstimmbar sind und sich über den Abstimbereich durch gleichbleibend hohe Güten auszeichnen.

Neben den unabdingbaren elektrischen und hochfrequenztechnischen Eigenschaften müssen derartige Filter aber auch kostengünstig herstellbar, robust im Aufbau, sicher im Einsatz und platz- und gewichtssparend ausgelegt sein. Insbesondere Platz (Volumen) und Gewicht sind wesentliche Faktoren für die Mobilität des gesamten Kommunikationssystems.

Für derartige Filter sind im Hinblick auf eine Verkleinerung der Hohlräume in der Vergangenheit zunehmend Lösungen vorgeschlagen worden, die als abstimmbares Grundelement ein in einem Hohlraum angeordnetes dielektrisches Resonatorelement aufweisen, dass zur Abstimmung des Filters in seiner Resonanzkonfiguration verändert werden kann. Eine solche Lösung ist beispielsweise in der eingangs genannten US-A-6,147,577 beschrieben. Bei dieser bekannten Lösung ist in jedem der Hohlräume des Filters eine erste runde dielektrische Scheibe („ceramic puck“) als Resonator ortsfest angeordnet. Eine gleichartige zweite runde dielektrische Scheibe liegt parallel über der ersten und kann mittels eines elektronisch gesteuerten motorischen Antriebs relativ zur ersten Scheibe senkrecht angehoben und wieder abgesenkt werden. Die dazu notwendige lineare Bewegung wird durch einen digitalen Schrittmotor erzeugt, dessen Drehbewegung durch eine aufwändige Gewindestangen-Mechanik in eine lineare Bewegung umgesetzt wird.

Diese bekannte Filteranordnung hat verschiedene Nachteile: Zum einen ist es vergleichsweise schwierig, bei einer linearen Bewegung der verschiebbaren Scheibe die vergleichsweise hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Scheibenposition zu erreichen, die für eine gute Abstimmbarkeit des Filters erforderlich ist. Zum anderen erfordert der für die lineare Verschiebung benötigte Verstellmechanismus sehr viel Platz. Wie aus Fig. 4 der US-A-6,147,577 leicht zu erkennen ist, nimmt die über den Hohlräumen angeordnete motorisierte Verstellmechanik etwa 2/3 des gesamten Bauvolumens des Filters ein. Hinzu kommt, dass wegen der Verschiebbarkeit der oberen Scheibe in der vertikalen Richtung der Hohlraum von vornherein vergleichsweise hoch ausgelegt sein muss.

In der ebenfalls eingangs genannten EP-A1-0 601 369 wird eine einzelner abstimmbarer dielektrischer Resonator vorgeschlagen, bei dem in der dielektrischen Scheibe, die in einem Hohlraum ortsfest angeordnet ist, eine aussermittige (exzentrische) Aussparung vorgesehen ist, in die ein zu der Aussparung passend geformter dielektrischer Körper mehr oder weniger stark eintauchen kann. Die Abstimmung des Resonators erfolgt über eine Verstellung der Eintauchtiefe. Dazu kann der dielektrische Körper über eine stangenförmige Halterung in vertikaler (Fig. 1 der EP-A1-0 601 369) oder horizontaler (Fig. 2 der EP-A1-0 601 369) Richtung linear verfahren werden. Über das mit dieser Lösung erreichbare Abstimmverhalten werden keine näheren Angaben gemacht. Desgleichen ist auch kein mechanisch auskonstruierter Verstellmechanismus angegeben, so dass dieser Vorschlag eher dem papierenen Stand der Technik zuzurechnen und seine Realisierbarkeit mehr als fraglich ist. Insbesondere ist auch bei diesem Lösungsvorschlag mit den gleichen Nachteilen durch die lineare Verschiebung zu rechnen, wie sie bereits weiter oben diskutiert worden sind.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine abstimmbare Hochfrequenz-Filteranordnung zu schaffen, welche kostengünstig herzustellen ist, sich bei guten hochfrequenztechnischen Eigenschaften durch einen besonders kompakten und robusten

Aufbau auszeichnet, und ein vorteilhaftes Abstimmverhalten aufweist, sowie ein kostengünstiges und einfaches Verfahren zu deren Herstellung anzugeben.

Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 27
5 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, als abstimmbaren Filterbaustein einen Hohlraum mit einem ortsfest angeordneten dielektrischen Resonatorelement vorzusehen, welches eine exzentrische Aussparung aufweist, in der ein dielektrischer Körper drehbar angeordnet ist. Durch die drehbare Anordnung des Körpers in der Aussparung lässt sich das dielektrische Resonatorelement ausserordentlich
10 kompakt ausführen. Die Drehbewegung kann hochpräzise ausgeführt werden, so dass sich bei der Abstimmung eine hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit erreichen lässt.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der erfinderischen Filteranordnung zeichnet sich
15 dadurch aus, dass das dielektrische Resonatorelement die Form einer ebenen, kreisrunden Scheibe aufweist, dass der dielektrische Körper um eine Drehachse drehbar ist, die senkrecht auf der Scheibenebene des dielektrischen Resonatorelements steht, dass das dielektrische Resonatorelement eine vorgegebene Dicke aufweist, und dass der dielektrische Körper in Richtung der Drehachse eine Höhe
20 aufweist, welche im wesentlichen gleich der Dicke des dielektrischen Resonatorelements ist.

Als besonders günstig in der Abstimmcharakteristik hat sich eine Weiterbildung dieser Ausgestaltung herausgestellt, bei der die Aussparung im dielektrischen Resonatorelement eine zur Drehachse konzentrische kreiszylindrische Durchgangsbohrung ist, der dielektrische Körper in seinen Aussenabmessungen in die Aussparung im dielektrischen Resonatorelement derart eingepasst ist, dass beide nur durch schmale Luftspalte voneinander getrennt sind, und der dielektrische Körper in einer ersten, senkrecht zur Drehachse stehenden Richtung durch zwei parallele,
25 ebene Flächen und in einer zweiten, zur Drehachse und zur ersten Richtung senkrecht stehenden Richtung durch zwei zur Drehachse konzentrische Zylindermantelflächen begrenzt ist.
30

Bevorzugt werden unerwünschte Störfelder im dielektrischen Resonatorelement und im metallischen Hohlraum dadurch unterdrückt, dass das dielektrische Resonatorelement eine zentrale Durchgangsbohrung aufweist.

5

Weiterhin ist es zweckmässig, wenn das dielektrische Resonatorelement und der dielektrische Körper jeweils aus dem gleichen Material bestehen.

Ein besonders einfacher und kompakter Aufbau der Filteranordnung insgesamt ergibt sich, wenn gemäss einer anderen Weiterbildung das wenigstens eine Filter in einem, vorzugsweise rechteckigen, Filtergehäuse untergebracht ist, das Filtergehäuse aus einem Bodenblech und senkrecht auf dem Bodenblech stehenden Wandlechen für die Seitenwände aufgebaut ist und auf der Oberseite durch eine parallel zum Bodenblech liegende Motorenträgerplatte abgedeckt ist, die Hohlräume des Filters durch in das Filtergehäuse eingezogene, senkrecht auf dem Bodenblech stehende Trennbleche gebildet sind, und in dem Bodenblech, in den Wandlechen und in den Trennblechen Montageschlitzte vorgesehen sind, mittels derer die Bleche ineinander gesteckt und miteinander verbunden, insbesondere verlötet, sind. Das elektromagnetische Zusammenwirken der Hohlräume wird dabei auf besonders einfache Weise erreicht, dass in einzelnen Trennblechen an vorgegebenen Stellen Kopplungsöffnungen, insbesondere Kopplungsschlitzte, vorgesehen sind.

Eine andere Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass in der Motorenträgerplatte über jedem der Hohlräume eine, vorzugsweise kreisförmige, Öffnung vorgesehen ist, durch welche hindurch das jeweilige dielektrische Resonatorelement und der jeweilige dielektrische Körper im Hohlraum gehalten werden, dass das dielektrische Resonatorelement und der dielektrische Körper Teil einer dem Hohlraum zugeordneten Abstimmereinheit sind, welche auf der Motorenträgerplatte befestigt ist, und dass die Abstimmereinheit jeweils eine durch die Öffnung in der Motorenträgerplatte hindurchreichende, feststehende Halterung für das dielektrische Resonatorelement, eine durch die Öffnung in der Motorenträger-

platte hindurchreichende, drehbar gelagerte Halterung für den dielektrischen Körper, einen Motor, insbesondere einen Schrittmotor, und eine Getriebeeinheit umfasst, welche die Drehbewegung des Motors auf die drehbar gelagerte Halterung überträgt.

5

Besonders platzsparend ist die Anordnung, wenn gemäss einer bevorzugten Weiterbildung die Getriebeeinheit in einem Gehäuse untergebracht ist, das Gehäuse auf der Motorenträgerplatte befestigt ist, der Motor am Gehäuse angeflanscht ist, und die Halterung des dielektrischen Resonatorelements am Gehäuse befestigt ist.

10

Eine besonders präzise Abstimmung wird dadurch erreicht, dass die Getriebeeinheit ein in einem vorgespannten Präzisionslager gelagertes achsenförmiges Drehelement umfasst, welches fest mit der Halterung für den dielektrischen Körper verbunden ist, dass das Drehelement innerhalb der Getriebeeinheit über ein fest auf dem Drehelement sitzendes Zahnrad von einer Antriebswelle angetrieben wird, welche mit dem Motor verbunden ist und über eine Schnecke mit dem Zahnrad in Eingriff steht, und dass das Drehelement zur Beseitigung von Spiel, vorzugsweise durch eine Spiralfeder, in Drehrichtung vorgespannt ist.

20

Platz kann weiterhin dadurch eingespart werden, dass das Zahnrad nicht als Vollrad, sondern kreissegmentförmig ausgebildet ist. Eine solche segmentförmige Ausbildung mit einem Segmentwinkel von etwa 100° reicht vollkommen aus, um den gesamten sinnvollen Verstellbereich von etwa 90° des dielektrischen Körpers in der Aussparung des dielektrischen Resonatorelements auszuschöpfen.

25

Eine besonders sichere Abstimmung mit hoher Reproduzierbarkeit wird dadurch erreicht, dass zum Steuern der Drehung der dielektrischen Körper in den exzentrischen Aussparungen der dielektrischen Resonatorkörper eine Steuerung vorgesehen ist, welche einen Steuerblock, einen Speicher und eine Eingabeeinheit umfasst, dass zur Bestimmung der Anfangsposition der dielektrischen Körper in der Hochfrequenz-Filteranordnung Positionsgeber, insbesondere in Form von

30

Lichtschranken, vorgesehen sind, welche mit dem Steuerblock in Verbindung stehen, und dass in dem Speicher Wertetabellen abgelegt sind, welche wenigen ausgewählten Frequenzen der Hochfrequenz-Filteranordnung eine entsprechende Winkelstellung der dielektrischen Körper zuordnen.

5

Die bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Blechteile versilbert sind und mittels eines Silberlotes miteinander verlötet werden, dass die Blechteile Montagehilfsmittel, insbesondere in

10

Form von aufeinander abgestimmten Kreuzungsschlitzten, Montageschlitzten und

Montagelaschen aufweisen, dass die Blechteile mittels der Montagehilfsmittel bzw.

der Kreuzungsschlitzte, Montageschlitzte und Montagelaschen unter Bildung des

Filtergehäuses zunächst lose zusammengesteckt werden und das zusammenge-

steckte Filtergehäuse mittels Verstemmen der Montagelaschen in den Montage-

schlitzten mechanisch stabilisiert wird, dass an den Verbindungsstellen zwischen

15

den zusammengesteckten Blechteilen Silberlot, vorzugsweise in Pastenform,

aufgebracht wird, und dass die zusammengesteckten Blechteile, vorzugsweise in

einem Ofen, soweit erhitzt werden, dass das Silberlot schmilzt und in die Verbin-

dungsstellen fliesst.

20

Besonders einfach und kostengünstig ist die Herstellung, wenn alle Blechteile ei-

nes Filtergehäuses aus einer gemeinsamen, unversilberten Blechtafel mittels ei-

nes Schneidverfahrens, vorzugsweise mittels Laserschneiden, herausgeschnitten

werden, derart, dass die herausgeschnittenen Blechteile mit dem Restbereich der

Blechtafel nur noch durch wenige schmale Stege verbunden sind, dass die

25

Blechtafel mit den herausgeschnittenen Blechteilen danach versilbert wird, dass

die Blechteile nach dem Versilbern aus der Blechtafel herausgelöst und anschlies-

send zum Aufbau des Filtergehäuses verwendet werden, wobei insbesondere die

Stege überwiegend an den Stellen der Blechteile stehen bleiben, welche beim fer-

tigen Filtergehäuse ausserhalb der Hohlräume liegen.

30

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in einer perspektivischen Gesamtansicht das Filtergehäuse (die Filterbox) einer Hochfrequenz-Filteranordnung gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung für insgesamt drei nebeneinander angeordnete Filter, die jeweils vier im Quadrat angeordnete und untereinander gekoppelte Hohlräume umfassen (die Abstimmeeinheiten mit den dielektrischen Resonatorelementen und verstellbaren dielektrischen Körpern sind der Übersichtlichkeit wegen weggelassen);

Fig. 2 das Filtergehäuse aus Fig. 1 in der Seitenansicht auf die Längsseite mit den Ein- und Ausgängen der drei Filter;

Fig. 3 das Filtergehäuse aus Fig. 1 in der Seitenansicht auf die Querseite;

Fig. 4 die perspektivische Ansicht eines Bleches, das als Wandblech für die Querseiten des Filtergehäuses nach Fig. 1 und als querliegendes Trennblech zwischen den drei Filtern verwendet wird;

Fig. 5 die perspektivische Ansicht eines Bleches, das im Filtergehäuse nach Fig. 1 als querliegendes Trennblech mit Kopplungsöffnung zwischen den vier Hohlräumen innerhalb jedes der drei Filter verwendet wird;

Fig. 6 die perspektivische Ansicht eines Bleches, das im Filtergehäuse nach Fig. 1 als in Längsrichtung laufendes Trennblech mit Kopp-

lungsöffnungen zwischen den vorderen und hinteren Hohlräumen aller drei Filter verwendet wird;

Fig. 7

die perspektivische Ansicht des Bodenbleches des Filtergehäuses nach Fig. 1 mit einer Vielzahl von Montageschlitten, in welche die Trennbleche und Wandbleche gemäss Fig. 2 bis 5 mit ihren Laschen einsteckbar sind und verlötet werden können;

Fig. 8

die perspektivische Ansicht einer Abstimmereinheit mit Motor, Getriebeeinheit, dielektrischem Resonatorelement und drehbarem dielektrischen Körper;

Fig. 9

die Abstimmereinheit aus Fig. 8 in der Ansicht von unten;

Fig. 10

einen Längsschnitt durch die Getriebeeinheit der Abstimmereinheit aus Fig. 8;

Fig. 11

die perspektivische Ansicht des kreissegmentförmigen Zahnrades aus der Getriebeeinheit nach Fig. 10;

Fig. 12

die perspektivische Ansicht des dielektrischen Resonatorelements der Abstimmereinheit nach Fig. 8;

Fig. 13

die perspektivische Ansicht des drehbaren dielektrischen Körpers der Abstimmereinheit nach Fig. 8;

Fig. 14

die prinzipielle Anordnung der Hohlräume eines Filters in einem Quadrat gemäss dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und die Orientierung der zugehörigen dielektrischen Resonatorelemente und Körper innerhalb der Hohlräume im Bezug auf die Kopplungsschlitz;

- Fig. 15 eine zu Fig. 14 alternative Anordnung der Hohlräume eines Filters in einer Reihe;
- Fig. 16 das Prinzipschaltbild einer Steuerung der Hochfrequenz-Filteranordnung nach der Erfindung;
- Fig. 17 die Anordnung und Ausbildung der Blechteile für ein Filtergehäuse nach Fig. 1 auf einer gemeinsamen Blechtafel;
- Fig. 18 die Abhängigkeit der Filterfrequenz des Filters nach dem Ausführungsbeispiel vom Verdrehwinkel des dielektrischen Körpers 45;
- Fig. 19 den gemessenen Frequenzverlauf der S-Parameter S11 (Reflektionskoeffizient am Eingang; Kurve B) und S21 (Transmissionskoeffizient in Vorwärtsrichtung; Kurve A) des Filters gemäss Ausführungsbeispiel bei der abgestimmten Frequenz von 4,7 GHz über einen Frequenzbereich von ± 15 MHz um die jeweilige Mittenfrequenz; und
- Fig. 20 den gemessenen Frequenzverlauf des S-Parameters S21 des Filters gemäss Ausführungsbeispiel bei der abgestimmten Frequenz von 4,7 GHz über einen grösseren Frequenzbereich von ± 60 MHz um die jeweilige Mittenfrequenz.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Die nachfolgend beschriebene abstimmbare Hochfrequenz-Filteranordnung umfasst ein Filtergehäuse (10 Fig. 1), in welches eine Mehrzahl von Abstimmeinheiten (40 in Fig. 8) eingesetzt und mit der Motorenträgerplatte (13 in Fig. 1) verschraubt sind. Filtergehäuse und Abstimmeinheiten werden separat erläutert. Auf

die Darstellung einer fertig montierten Filteranordnung ist aus Gründen der Vereinfachung verzichtet worden.

5 Das in Fig. 1 dargestellte, rechteckige Filtergehäuse (Filterbox) 10 ist aus einer (obenliegenden) dickeren Motorenträgerplatte 13 und einer Mehrzahl von Blechteilen zusammengesetzt, welche Boden, Seitenwände und (innere) Trennwände des Filtergehäuses 10 bilden. Zu den Blechteilen gehört das in Fig. 7 einzeln dargestellte Bodenblech 11, die in Querrichtung verlaufenden Wandbleche 12 und 20 (siehe auch Fig. 4), die in Längsrichtung verlaufenden Wandbleche 14 und 32 (Fig. 1, 2), die in Fig. 4 und 5 einzeln dargestellten querliegenden (inneren) Trennbleche 15,...,19, und das in Fig. 6 einzeln dargestellte, in Längsrichtung liegende (innere) Trennblech 33. Die Blechteile sind beispielsweise aus einem 1 mm starken, versilberten Stahlblech (Werkstoff-Nr. 1.4301). Die Motorenträgerplatte 13 ist aus dem gleichen Material und ist ebenfalls versilbert, hat jedoch eine Dicke von 15 beispielsweise 4 mm.

Die Herstellung der Blechteile kann gemäss Fig. 17 auf besonders einfache und kostengünstige Weise dadurch erfolgen, dass alle Blechteile eines Filtergehäuses 10 aus einer gemeinsamen Blechtafel 69 geeigneter Grösse in der in Fig. 17 gezeigten Weise ausgeschnitten werden. Die Blechtafel 69 ist zunächst unversilbert. Durch Laserschneiden oder eine vergleichbare Schneidtechnik werden zuerst in 20 der Blechtafel 69 die Konturen der benötigten Blechteile 11, 12, 14,...,20, 32 und 33 ausgeschnitten, wobei die ausgeschnittenen Blechteile mit dem verbleibenden Rest der Blechtafel 69 an verschiedenen Stellen durch schmale Stege verbunden 25 bleiben. Die Stege sind überwiegend an Stellen der Blechteile angeordnet, die bei späteren Filtergehäuse 10 ausserhalb der Hohlräume 21,...,24 liegen. Eine fehlende Silberschicht an diesen Stellen hat so keine Auswirkungen auf die Hochfrequenzeigenschaften der Hohlräume. Nachdem die geschnittene Blechtafel 69 die in Fig. 17 gezeigte Form hat, wird sie vollflächig mit einer Silberschicht versehen. 30 Auf diese Weise werden die Blechteile nahezu vollständig versilbert. Nur in den Bereichen der später durchgetrennten Stege fehlt eine solche Versilberung. Da diese jedoch weitgehend ausserhalb der Hohlräume liegen, entsteht kein Nachteil.

Das Filtergehäuse 10 wird aus den einzelnen Blechteilen 11, 12, 14,...,20; 32, 33 und der Motorenträgerplatte 13 durch Verlöten und Verstiften gebildet. Das Verlöten erfolgt mittels eines geeigneten Silberlots in einem Ofen. Die Blechteile 11, 12, 14,...,20; 32, 33 werden dazu zunächst durch Ineinanderstecken von dafür vorgesehenen Montagelaschen und Montageschlitzten provisorisch verbunden, und durch Verstemmen der Montagelaschen in den Montageschlitzten wird das gebildete Blechgehäuse mechanisch stabilisiert. Nur die Wandbleche 14, 32 an der Längsseite des Filtergehäuses 10 werden am oberen Rand mit den Stirnseiten der Motorenträgerplatte 11 verstiftet. An den Verbindungsstellen der Blechteile wird in geeigneter Menge das Lot in Form einer Lotpaste aufgetragen und so verteilt, dass die an den Verbindungsstellen vorhandenen Spalte beim Verlöten sicher verschlossen werden. Das so vorbereitete Gehäuse wird dann in einem Ofen auf die zum Verlöten notwendige Temperatur erhitzt und – nachdem das Lot aufgeschmolzen und in den Verbindungsstellen verlaufen ist – wieder abgekühlt.

Zum Ineinanderstecken der Blechteile 11, 12, 14,...,20; 32, 33 sind das Bodenblech 11 und die an den Längsseiten des Gehäuses angeordneten Wandbleche 14, 32 mit einer Mehrzahl von (sich teilweise kreuzenden) Montageschlitzten 39 versehen. Die Wandbleche 12, 14, 20, und 32 und die Trennbleche 15,...,19 und 33 sind an ihren unteren Kanten mit dazu passenden Montagelaschen L1 ausgestattet, mit denen sie durch die Montageschlitzte 39 des Bodenbleches 11 hindurchgesteckt und verlötet werden können. Die quer liegenden Wandbleche 12 und 20 und Trennbleche 15,...,19 haben zusätzlich an ihren Seitenkanten Montagelaschen L2, mit denen sie durch entsprechende Montageschlitzte in den längs liegenden Wandblechen 14, 32 hindurchgesteckt und verlötet werden können. Um eine ungehindertes Kreuzen der quer liegenden Wand- und Trennbleche 12, 14,...,20; 32 mit dem längs laufenden Trennblech 33 zu ermöglichen, sind in diesen Blechteilen spezielle Kreuzungsschlitzte 34, 36, 37 und 38 (Fig. 4-6) vorgesehen. Die Kreuzung erfolgt dabei alternierend auf der Ober- und Unterseite (alternierende Kreuzungsschlitzte 37, 38 in Fig. 6):

Durch das längs laufende Trennblech 33 und die quer liegenden Trennbleche 15,...,19 werden in dem Filtergehäuse 10 insgesamt $3 \times 4 = 12$ gleichartige Hohlräume mit jeweils quadratischer Grundfläche (A_1, \dots, A_4 in Fig. 7) gebildet, von denen in Fig. 1 vier zusammengehörende beispielhaft mit den Bezugszeichen 21,...,24 bezeichnet sind. Die vier in einem Quadrat angeordneten, zusammengehörenden Hohlräume 21,...,24 bilden ein Filter F3. In dem Filtergehäuse 10 der Fig. 1 sind neben dem Filter F3 zwei weitere, gleichartige Filter F2 und F1 untergebracht, die ebenfalls je vier im Quadrat angeordnete Hohlräume umfassen. Jedes der Filter F1, F2 und F3 weist gemäss Fig. 2 einen zugehörigen Eingang 26, 28, 30 und Ausgang 27, 29, 31 auf.

Die vier Hohlräume jedes der Filter F1, F2 und F3 sind untereinander hochfrequenzmässige gekoppelt. Dies geschieht durch geeignet angeordnete, längliche Kopplungsschlitze 35 in den quer liegenden Trennblechen 15, 17 und 19 (Fig. 5) und in dem längs laufenden Trennblech 33 (Fig. 6). Die Kopplungsschlitze 35 sind im vorliegenden Beispiel so positioniert, dass sie in der Mitte der Wand des angrenzenden Hohlraumes bzw. in der vertikalen Mittelebene der zu koppelnden Hohlräume liegen. Auf die Bedeutung dieser Position für die Koppel Eigenschaften wird weiter noch näher eingegangen. Die quer liegenden Trennbleche 16 und 18, welche die Filter F1, F2 und F3 untereinander trennen, sind naturgemäss nicht mit Kopplungsöffnungen ausgestattet.

Im Zentrum jedes der im Filtergehäuse 10 gebildeten Hohlräume 21,...,24 ist ein kreisrundes, scheibenförmiges dielektrisches Resonatorelement 44 (Fig. 12) angeordnet, welches die Hochfrequenz- und Übertragungseigenschaften des einzelnen Hohlraumes und des jeweiligen Filters insgesamt massgeblich mitbestimmt. Das dielektrische Resonatorelement 44 ist Teil einer zu jedem Hohlraum gehörenden, kompakten Abstimmereinheit 40 (Fig. 8-10). Die Abstimmereinheit 40 ist von oben auf die stabile Motorenträgerplatte 13 geschraubt und ragt mit einer feststehenden Halterung 46 (Fig. 10), an deren Ende das dielektrische Resonatorelement 44 befestigt ist, durch eine dem Hohlraum zugeordnete (kreisrunde) Öffnung 25 (Fig. 1) hindurch in den darunterliegenden Hohlraum hinein.

Das dielektrische Resonatorelement 44 hat eine zentrale kreisrunde Durchgangsbohrung 58 und eine exzentrisch angeordnete kreisrunde Aussparung 59 (Fig. 12). In der exzentrischen Aussparung 59 ist ein dielektrischer Körper 45 (Fig. 13) gleicher Dicke um eine Drehachse 60 drehbar gelagert, die senkrecht auf der Scheibenebene des dielektrischen Resonatorelements 44 steht. Die Aussparung 59 ist als eine zur Drehachse 60 konzentrische kreiszylindrische Durchgangsbohrung ausgebildet. Der dielektrische Körper 45 ist in seinen Aussenabmessungen in die Aussparung 59 derart eingepasst, dass beide nur durch schmale Luftspalte voneinander getrennt sind. Dazu ist der dielektrische Körper 45 in einer ersten, senkrecht zur Drehachse 60 stehenden Richtung durch zwei parallele, ebene Flächen 61, 62 und in einer zweiten, zur Drehachse 60 und zur ersten Richtung senkrecht stehenden Richtung durch zwei zur Drehachse 60 konzentrische Zylindermantelflächen 63, 64 begrenzt (siehe Fig. 13; der in die Aussparung eingesetzte Körper 45 ist in Fig. 9 erkennbar).

Der dielektrische Körper 45 ist vorzugsweise aus dem gleichen dielektrischen Material wie das dielektrische Resonatorelement 44. Er ist am Ende einer drehbar gelagerten Halterung 47 befestigt und kann mittels der in der Abstimmereinheit 40 untergebrachten Mechanik relativ zum dielektrischen Resonatorelement 44 um die Drehachse 60 gedreht werden. Durch die Drehung kann die Resonanzfrequenz des Resonatorelements und damit die Mittenfrequenz des Filters verändert werden.

Die Abstimmereinheit 40 (Fig. 8-10) besteht im wesentlichen aus einer Getriebeeinheit 42 und einem seitlich an die Getriebeeinheit 42 angeflanschten Motor 41, der die drehbare Halterung 47 über die Getriebeeinheit 42 antreibt. Der Motor 41 ist vorzugsweise ein Schrittmotor. Gemäss Fig. 10 umfasst die Getriebeeinheit 42 ein Gehäuse 43, auf dessen Unterseite die Halterung 46 für das ortsfeste dielektrische Resonatorelement 44 befestigt ist. In einer durch den Boden des Gehäuses 43 senkrecht hindurchgehenden Durchgangsbohrung ist mittels eines Präzisionslagers 48 ein achsenförmiges Drehelement 49 drehbar gelagert, das mit der dreh-

- baren Halterung 47 fest verbunden ist. Als Präzisionslager 48 wird beispielsweise ein spezielles, mit zwei Kugellagern versehenes, vorspannbares Lager verwendet, das in Festplattenspeichern von PCs eingesetzt wird. Derartige Lager sind z.B. unter der Bezeichnung „RO Bearing“ (nach dem Erfinder Rikuro Obara) von der japanischen Firma Minebea Co, Ltd. erhältlich. Ihr Prinzip ist unter anderem in der US-A-5,556,209 beschrieben. Das Präzisionslager 48 trägt dazu bei, eine Positioniergenauigkeit des dielektrischen Körpers 45 im Bereich von wenigen μm zu erreichen, die für eine genaue Abstimmung der Filter F1, F2 und F3 notwendig ist.
- 10 Auf dem Drehelement 49 ist ein kreissektorförmiges Zahnrad 51 gemäss Fig. 11 befestigt. Da der volle Abstimmbereich der in Fig. 9 gezeigten Konfiguration aus dielektrischem Resonatorelement 44 und dielektrischem Körper 45 durch eine Drehung des Körpers um 90° aus der in Fig. 9 abgebildeten Stellung überstrichen werden kann, ist für das Zahnrad 51 ein Sektorwinkel von 100° mehr als ausreichend. Durch die Ausbildung des Zahnrades 51 in der Form eines Kreissektors lässt sich die Getriebeeinheit 42 und damit die Abstimmeinheit 40 ausserordentlich kompakt aufbauen.
- 20 Mit dem Zahnrad 51 kämmt die Schnecke einer senkrecht zur Drehachse 60 stehenden Antriebswelle 55, die direkt mit dem Motor 41 verbunden ist. Damit der Eingriff zwischen der Schnecke und dem Zahnrad 51 ohne Spiel erfolgt, ist das Drehelement mittels einer am Gehäuse 43 gelagerten Spiralfeder 50 in Drehrichtung vorgespannt. Für die Steuerung der Antriebseinheit 40 sind in der Getriebeeinheit 42 zwei Lichtschranken 52 und 53 vorgesehen. Die erste Lichtschranke 52 tastet ein (in Fig. 10 nicht dargestelltes) stabförmiges Markierungselement ab, das in einem entsprechenden Befestigungsloch 56, 57 des Zahnrades 51 sitzt (Fig. 11) und die Endpunkte des Schwenkbereiches markiert. Die zweite Lichtschranke 53 tastet eine auf der Antriebswelle 55 sitzende, mit einem radialen Schlitz versehene Positionsgeberscheibe 54 ab. Durch das Zusammenspiel beider Lichtschranken lässt sich die Anfangs- bzw. Nullposition des Zahnrades 51 und damit die Anfangsposition des dielektrischen Körpers 45 präzise bestimmen.
- 30

Wie bereits weiter oben erwähnt, sind in jedem der Filter F1,...,F3 die vier Hohlräume 21,...,24 mit den darin mittig platzierten dielektrischen Resonatorelementen 44 und Körpern 45 in einem Quadrat angeordnet. In Fig. 14 ist dies noch einmal anhand des beispielhaften Filters F3 dargestellt. Die HF-Energie wird in den ersten Hohlraum 21 eingekoppelt, breitet sich mittels der Kopplungsschlitze 35 über die benachbarten Hohlräume 22, 23 und 24 aus und wird am letzten Hohlraum 24 wieder ausgekoppelt. Die Koppelschlitze 35 liegen in den vertikalen Mittelebenen bzw. in der Mitte der Trennwände der Hohlräume 21,...,24. Die dielektrischen Resonatorelemente 44 sind mit ihren exzentrischen Aussparungen 59 aus der vertikalen Mittelebene des der Aussparung am nächsten liegenden Kopplungsschlitzes 35 heraus um einen vorbestimmten Winkel verdreht, der im Beispiel etwa 57° beträgt. Durch diese besondere Konfiguration von Aussparung und Kopplungsschlitz wird ein Hochfrequenzverhalten des Filters erreicht, bei dem der Koppelfaktor mit zunehmender Frequenz abnimmt, wenn der dielektrische Körper 45 zum nächstliegenden Koppelschlitz hingedreht wird. Ein zusätzlicher Freiheitsgrad ergibt sich durch die Möglichkeit einer zusätzlichen Kopplung zwischen dem ersten Hohlraum 21 und dem letzten Hohlraum 24, wie dies in Fig. 14 durch das S-förmige Kopplungselement angedeutet ist.

Eine andere Konfiguration eines Filters F', mit welcher – abgesehen von der Querkopplung - der gleiche Effekt erzielt werden kann, ist die lineare Reihenanordnung der Hohlräume 21,...,24 gemäss Fig. 15. Auch hier sind die Kopplungsschlitze 35 mittig angeordnet und die dielektrischen Resonatorelemente 44 mit ihren Aussparungen um etwa 60° aus der Mittelebene herausgedreht.

Für die Abstimmung der Filteranordnung mittels der Abstimmeinheiten 40 ist eine Steuerung vorgesehen, wie sie in Fig. 16 in einem stark vereinfachten Blockschaltbild wiedergegeben ist. Die Steuerung 65 umfasst einen Steuerblock 66, der beispielsweise einen geeigneten Mikroprozessor und eine der Anzahl der Motoren 41 entsprechende Anzahl von Leistungsausgängen umfasst. Der Steuerblock 66 steuert über die Leistungsausgänge die Schrittmotoren 41. Er wird über eine Eingabeeinheit 68 von aussen aktiviert. Der Steuerblock 66 arbeitet mit einem Spei-

cher (EPROM) 67 zusammen, in dem Wertetabellen hinterlegt sind, die einigen ausgewählten Frequenzwerten des Filters eine bestimmte Schrittzahl der Schrittmotoren 41 zuordnet. Zwischenwerte werden durch Interpolation erzeugt. Der Steuerblock 66 erhält darüber hinaus Signale von den zwei Lichtschranken 52, 53 pro Abstimmereinheit 40. Soll (beim Aufstarten) eine bestimmte Frequenz für das oder die Filter eingestellt werden, werden zunächst die dielektrischen Körper 45 in ihre Ausgangsposition zurückgefahren. Das Erreichen der Ausgangsposition wird durch entsprechende Signale der beiden Lichtschranken 52, 53 signalisiert. Von der Ausgangsposition aus werden dann die Schrittmotoren 41 um so viele Schritte vorwärtsgeschaltet, wie es dem aus dem Speicher 67 entnommenen Tabellenwert oder einem durch Interpolation ermittelten Wert für die gewünschte Frequenz entspricht. Die Motoren 41 eines Filters können dabei alle weitgehend gleichzeitig oder einem speziellen Algorithmus folgend geschaltet werden.

Soll die Hochfrequenz-Filteranordnung mit dem Filtergehäuse 10 gemäss Ausführungsbeispiel (Fig. 1) für das Band 4, d.h., einen abstimmbaren Frequenzbereich von etwa 4,4 GHz bis 5 GHz, ausgelegt sein, hat das Gehäuse (ohne die Abstimmereinheiten) eine Grundfläche von etwa 66 mm x 186 mm und eine Höhe von etwa 30 mm. Jeder der Hohlräume hat eine Grundfläche (A1,...,A4 in Fig. 7) von 28 mm x 28 mm und eine Höhe von 20 mm. Das dielektrische Resonatorelement 44 hat eine Dicke von etwa 6 mm, einen Aussendurchmesser von etwa 15 mm und einen Innendurchmesser von etwa 6,5 mm. Der Durchmesser der exzentrischen Aussparung 59 beträgt etwa 6 mm, die Breite des dielektrischen Körpers 45 zwischen den parallelen, vertikalen Begrenzungsflächen etwa 3 mm. Die Abstimmereinheit 40 ragt nur etwa 24 mm über die Oberfläche der Motorenträgerplatte 13 hinaus.

Für eine derartig ausgelegte Filteranordnung ergeben sich charakteristische Kurven, wie sie in den Fig. 18 bis 20 wiedergegeben sind:

Fig. 18 zeigt die Abhängigkeit der abstimmbaren Filterfrequenz von dem Drehwinkel des dielektrischen Körpers 45 in der exzentrischen Aussparung 59 des die-

lektrischen Resonatorelements 44. Der Bereich des Drehwinkels geht von 0° bis 90° . Bei 0° liegt der dielektrische Körper 45 mit seinen geraden Seiten tangential zum dielektrischen Resonatorelement 44.

- 5 In Fig. 19 sind die gemessenen Kurven für mehrere S-Parameter der Filter gemäss Ausführungsbeispiel, nämlich den Reflektionskoeffizienten am Eingang, S11 (Kurve B), und den Transmissionskoeffizienten in Vorwärtsrichtung, S21 (Kurve A), in Abhängigkeit von der Frequenz bei einer eingestellten Mittenfrequenz von 4,7 GHz wiedergegeben. Der Frequenzbereich beträgt dabei ± 15 MHz um die
 10 jeweilige Mittenfrequenz herum. Die Auftragung ist logarithmisch. Die Skala in vertikaler Richtung ist 0,5 dB pro Einteilung für S21 und 5 dB pro Einteilung für S11.

- In Fig. 20 ist die gemessene Kurve für S21 für 4,7 GHz über einen erweiterten Frequenzbereich von ± 60 MHz um die jeweilige Mittenfrequenz herum aufgetra-
 15 gen. Die Auftragung ist logarithmisch. Die Skala in vertikaler Richtung ist hier 10 dB pro Einteilung.

- Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung eine abstimmbare Hochfrequenz-Filteran-
 ordnung, die sich einfach und kostengünstig aufbauen lässt, sehr genau und re-
 20 produzierbar über einen weiten Frequenzbereich abgestimmt werden kann, extrem platzsparend ist und sich durch sehr gute Hochfrequenzeigenschaften auszeichnet. Insbesondere lassen sich mehrere gleichartige Filter mit geringem Mehraufwand in einem gemeinsamen Filtergehäuse unterbringen.

25 BEZUGSZEICHENLISTE

- | | |
|-----------|---------------------------|
| 10 | Filtergehäuse (Filterbox) |
| 11 | Bodenblech |
| 12,20 | Wandblech (quer) |
| 30 13 | Motorenträgerplatte |
| 14,32 | Wandblech (längs) |
| 15,...,19 | Trennblech (quer) |

	21,...,24	Hohlraum
	25	Öffnung (kreisförmig)
	26,28,30	Eingang (Filter F1, F2, F3)
	27,29,31	Ausgang (Filter F1, F2, F3)
5	32	Trennblech (längs)
	34,36,37,38	Kreuzungsschlitz
	39	Montageschlitz
	36	Kopplungsschlitz
	40	Abstimmeinheit
10	41	Motor (Schrittmotor)
	42	Getriebeeinheit
	43	Gehäuse (Getriebeeinheit)
	44	dielektrisches Resonatorelement (ortsfest)
	45	dielektrischer Körper (beweglich)
15	46	Halterung (halbschalenförmig)
	47	Halterung (drehbar)
	48	Präzisionslager
	49	Drehelement
	50	Spiralfeder
20	51	Zahnrad (kreissegmentförmig)
	52,53	Lichtschanke
	54	Positionsgeberscheibe
	55	Antriebswelle (mit Schnecke)
	56,57	Befestigungsloch (Positionsgeberstift)
25	58	zentrale Durchgangsbohrung
	59	exzentrische Aussparung
	60	Drehachse
	61,...,64	Begrenzungsfläche
	65	Steuerung
30	66	Steuerblock
	67	Speicher (EPROM)
	68	Eingabeeinheit

69	Blechtafel
A1,...,A4	Fläche
F,F1,F2,F3	Filter (Bandpassfilter)
K1,K2	Kurve
5 L1,L2	Montagelasche

PATENTANSPRÜCHE

1. Hochfrequenz-Filteranordnung mit wenigstens einem Filter (F1, F2, F3),
5 welches eine Mehrzahl von untereinander hochfrequenzmässig gekoppelten Hohlräumen (21,...,24) umfasst, in denen jeweils ein dielektrisches Resonatorelement (44) ortsfest angeordnet ist, und in denen jeweils ein dielektrischer Körper (45) vorgesehen ist, welcher zur Frequenzabstimmung des Filters (F1, F2, F3) in seiner Position relativ zum dielektrischen Resonatorelement (44) veränderbar ist, da-
10 durch gekennzeichnet, dass der dielektrische Körper (45) in einer exzentrischen Aussparung (59) des dielektrischen Resonatorelements (44) angeordnet ist, und dass der dielektrische Körper (45) in der exzentrischen Aussparung (59) drehbar angeordnet ist.
- 15 2. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das dielektrische Resonatorelement (44) die Form einer ebenen, kreisrunden Scheibe aufweist, und dass der dielektrische Körper (45) um eine Drehachse (60) drehbar ist, die senkrecht auf der Scheibenebene des dielektrischen Resonatorelements (44) steht.
- 20 3. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das dielektrische Resonatorelement (44) eine vorgegebene Dicke aufweist, und dass der dielektrische Körper (45) in Richtung der Drehachse eine Höhe aufweist, welche im wesentlichen gleich der Dicke des dielektrischen Resonatorelements (44) ist.
- 25 4. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparung (59) im dielektrischen Resonatorelement (44) eine zur Drehachse (60) konzentrische kreiszylindrische Durchgangsbohrung ist.
- 30 5. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der dielektrische Körper (45) in seinen Aussenabmessungen in die Aus-

sparung (59) im dielektrischen Resonatorelement (44) derart eingepasst ist, dass beide nur durch schmale Luftspalte voneinander getrennt sind.

6. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der dielektrische Körper (45) in einer ersten, senkrecht zur Drehachse (60) stehenden Richtung durch zwei parallele, ebene Flächen (61, 62) und in einer zweiten, zur Drehachse (60) und zur ersten Richtung senkrecht stehenden Richtung durch zwei zur Drehachse (60) konzentrische Zylindermantelflächen (63, 64) begrenzt ist.

7. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das dielektrische Resonatorelement (44) eine zentrale Durchgangsbohrung (58) aufweist.

8. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das dielektrische Resonatorelement (44) und der dielektrische Körper (45) jeweils aus dem gleichen Material bestehen.

9. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Filter (F1, F2, F3) in einem, vorzugsweise rechteckigen, Filtergehäuse (10) untergebracht ist, dass das Filtergehäuse (10) aus einem Bodenblech (11) und senkrecht auf dem Bodenblech (11) stehenden Wandblechen (12, 14, 20, 32) für die Seitenwände aufgebaut ist und auf der Oberseite durch eine parallel zum Bodenblech (11) liegende Motorenträgerplatte (13) abgedeckt ist, und dass die Hohlräume (21,...,24) des Filters (F1, F2, F3) durch in das Filtergehäuse (10) eingezogene, senkrecht auf dem Bodenblech (11) stehende Trennbleche (15,...,19; 33) gebildet sind.

10. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Bodenblech (11), in den Wandblechen (12, 14, 20, 32) und in den Trennblechen (15,...,19; 33) Montageschlitz (34, 36,...,39) vorgesehen sind,

mittels derer die Bleche ineinander gesteckt und miteinander verbunden, insbesondere verlötet, sind.

5 11. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass in einzelnen Trennblechen (15,...,19; 33) an vorgegebenen Stellen Kopplungsöffnungen, insbesondere Kopplungsschlitze (35), vorgesehen sind.

10 12. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in der Motorenträgerplatte (13) über jedem der Hohlräume (21,...,24) eine, vorzugsweise kreisförmige, Öffnung (25) vorgesehen ist, durch welche hindurch das jeweilige dielektrische Resonatorelement (44) und der jeweilige dielektrische Körper (45) im Hohlraum gehalten werden.

15 13. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das dielektrische Resonatorelement (44) und der dielektrische Körper (45) Teil einer dem Hohlraum zugeordneten Abstimmereinheit (40) sind, welche auf der Motorenträgerplatte (13) befestigt ist.

20 14. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstimmereinheit (40) jeweils eine durch die Öffnung (25) in der Motorenträgerplatte (13) hindurchreichende, feststehende Halterung (46) für das dielektrische Resonatorelement (44), eine durch die Öffnung (25) in der Motorenträgerplatte (13) hindurchreichende, drehbar gelagerte Halterung (47) für den
25 dielektrischen Körper (45), einen Motor (41) und eine Getriebeeinheit (42) umfasst, welche die Drehbewegung des Motors (41) auf die drehbar gelagerte Halterung (47) überträgt.

30 15. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (41) ein Schrittmotor ist.

16. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebereinheit (42) in einem Gehäuse (43) untergebracht ist, dass das Gehäuse (43) auf der Motorenträgerplatte (13) befestigt ist, dass der Motor (41) am Gehäuse (43) angeflanscht ist, und dass die Halterung (46) des dielektrischen Resonatorelements (44) am Gehäuse (43) befestigt ist.

17. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebereinheit (42) ein in einem vorgespannten Präzisionslager (48) gelagertes achsenförmiges Drehelement (49) umfasst, welches fest mit der Halterung (47) für den dielektrischen Körper (45) verbunden ist, und dass das Drehelement (49) innerhalb der Getriebereinheit (42) über ein fest auf dem Drehelement (49) sitzendes Zahnrad (51) von einer Antriebswelle (55) angetrieben wird, welche mit dem Motor (41) verbunden ist und über eine Schnecke mit dem Zahnrad in Eingriff steht.

18. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehelement (49) zur Beseitigung von Spiel, vorzugsweise durch eine Spiralfeder (50), in Drehrichtung vorgespannt ist.

19. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Zahnrad (51) kreissegmentförmig ausgebildet ist.

20. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Filter (F1, F2, F3) vier Hohlräume (21,...,24) mit darin angeordneten dielektrischen Resonatorelementen (44) und drehbaren dielektrischen Körpern (45) umfasst.

21. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 20 dadurch gekennzeichnet, dass die vier Hohlräume (21,...,24) in einem Quadrat aneinander angrenzend angeordnet sind.

22. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Filter (F1, F2, F3) mit jeweils vier Hohlräumen (21,...,24) in einem gemeinsamen Filtergehäuse (10) nebeneinander untergebracht sind.

5

23. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlräume (21,...,24) durch Kopplungsschlitze (35) gekoppelt sind, welche jeweils in einer vertikalen Mittelebene der zu koppeln-
den Hohlräume angeordnet sind, und dass die exzentrischen Aussparungen (59) in den dielektrischen Resonatorelementen (44) um die Achse des dielektrischen Resonatorelements (44) aus der vertikalen Mittelebene heraus um einen vorgegebenen Winkel, vorzugsweise etwa 57° , herausgedreht angeordnet sind.

10

15

24. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass zum Steuern der Drehung der dielektrischen Körper (45) in den exzentrischen Aussparungen (59) der dielektrischen Resonatorkörper (44) eine Steuerung (65) vorgesehen ist, welche einen Steuerblock (66), einen Speicher (67) und eine Eingabeeinheit (68) umfasst.

20

25. Hochfrequenz-Filteranordnung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Anfangsposition der dielektrischen Körper (45) in der Hochfrequenz-Filteranordnung Positionsgeber, insbesondere in Form von Lichtschranken (52, 53), vorgesehen sind, welche mit dem Steuerblock in Verbindung stehen.

25

26. Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Speicher (67) Wertetabellen abgelegt sind, welche wenigen ausgewählten Frequenzen der Hochfrequenz-Filteranordnung eine entsprechende Winkelstellung der dielektrischen Körper (45) zuordnen.

30

27. Verfahren zum Herstellen einer Hochfrequenz-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung der Hohlräume (21,...,24) eine Mehrzahl von ebenen Blechteilen (11, 12, 14,...,20, 32, 33), zu einem Filtergehäuse (10) verbunden werden.

5

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechteile (11, 12, 14,...,20, 32, 33) versilbert sind und mittels eines Silberlotes miteinander verlötet werden.

10

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechteile (11, 12, 14,...,20, 32, 33) Montagehilfsmittel, insbesondere in Form von aufeinander abgestimmten Kreuzungsschlitzten (34, 36,...,38), Montageschlitzten (39) und Montagelaschen (L1, L2) aufweisen, dass die Blechteile (11, 12, 14,...,20, 32, 33) mittels der Montagehilfsmittel bzw. der Kreuzungsschlitzte (34, 36,...,38), Montageschlitzte (39) und Montagelaschen (L1, L2) unter Bildung des Filtergehäuses (10) zunächst lose zusammengesteckt werden und das zusammengesteckte Filtergehäuse mittels Verstemmen der Montagelaschen (L1, L2) in den Montageschlitzten (39) mechanisch stabilisiert wird, dass an den Verbindungsstellen zwischen den zusammengesteckten Blechteilen (11, 12, 14,...,20, 32, 33) Silberlot, vorzugsweise in Pastenform, aufgebracht wird, und dass die zusammengesteckten Blechteile (11, 12, 14,...,20, 32, 33), vorzugsweise in einem Ofen, soweit erhitzt werden, dass das Silberlot schmilzt und in die Verbindungsstellen fließt.

15

20

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass alle Blechteile (11, 12, 14,...,20, 32, 33) eines Filtergehäuses (10) aus einer gemeinsamen, unversilberten Blechtafel (69) mittels eines Schneidverfahrens, vorzugsweise mittels Laserschneiden, herausgeschnitten werden, derart, dass die herausgeschnittenen Blechteile (11, 12, 14,...,20, 32, 33) mit dem Restbereich der Blechtafel (69) nur noch durch wenige schmale Stege verbunden sind, dass die Blechtafel (69) mit den herausgeschnittenen Blechteilen (11, 12, 14,...,20, 32, 33) danach versilbert wird, dass die Blechteile (11, 12, 14,...,20, 32, 33) nach

25

30

dem Versilbern aus der Blechtafel (69) herausgelöst und anschliessend zum Aufbau des Filtergehäuses (10) verwendet werden.

- 5 31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege überwiegend an den Stellen der Blechteile (11, 12, 14,...,20; 32, 33) stehen bleiben, welche beim fertigen Filtergehäuse (10) ausserhalb der Hohlräume (21,...,24) liegen.

ZUSAMMENFASSUNG

5 Eine Hochfrequenz-Filteranordnung hat wenigstens ein Filter (F3), welches eine Mehrzahl von untereinander hochfrequenzmässig gekoppelten Hohlräumen (21,...,24) umfasst, in denen jeweils ein dielektrisches Resonatorelement (44) ortsfest angeordnet ist, und in denen jeweils ein dielektrischer Körper (45) vorgesehen ist, welcher zur Frequenzabstimmung des Filters (F3) in seiner Position relativ zum dielektrischen Resonatorelement (44) veränderbar ist.

10

Bei einer solchen Filteranordnung werden ein kostengünstiger, einfacher und platzsparender Aufbau sowie ausgezeichnete Filter- und Abstimmungseigenschaften dadurch erreicht, dass der dielektrische Körper (45) in einer exzentrischen Aussparung des dielektrischen Resonatorelements (44) angeordnet ist, und
15 dass der dielektrische Körper (45) in der exzentrischen Aussparung (59) drehbar angeordnet ist.

(Fig. 14)

20

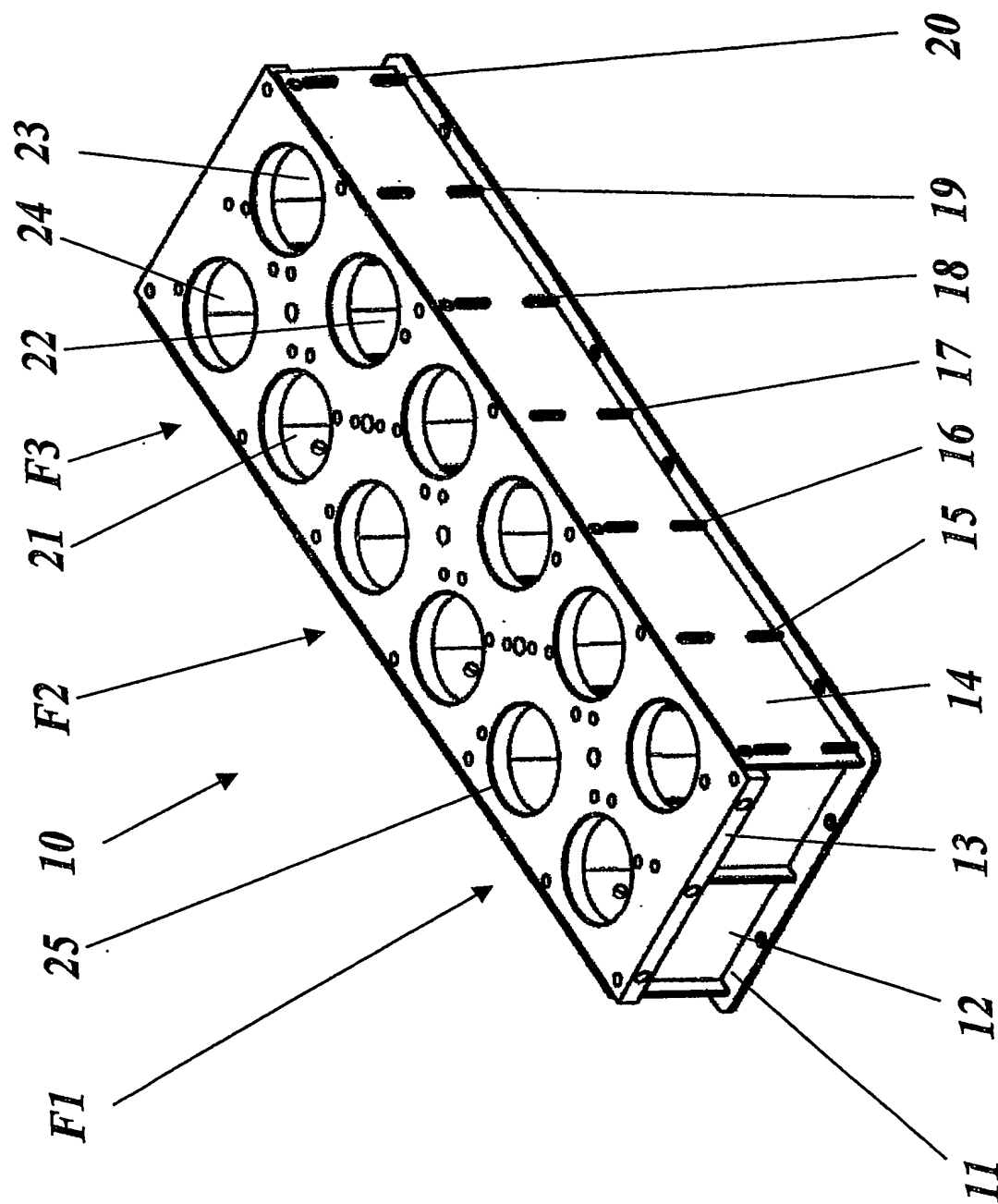
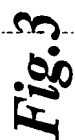
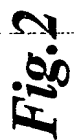


Fig.1



3/13

12, 16, 18, 20

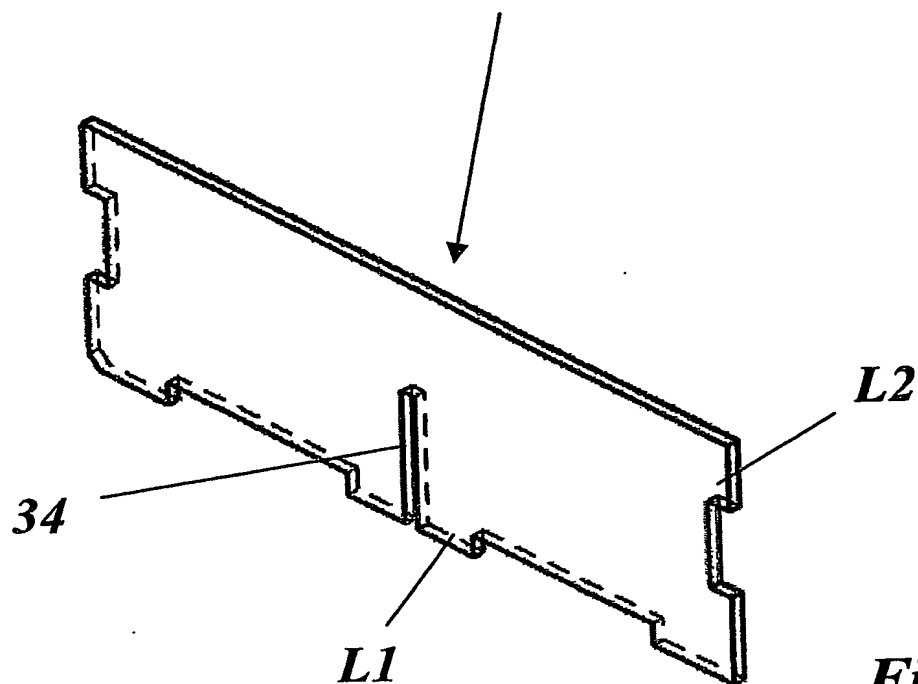


Fig. 4

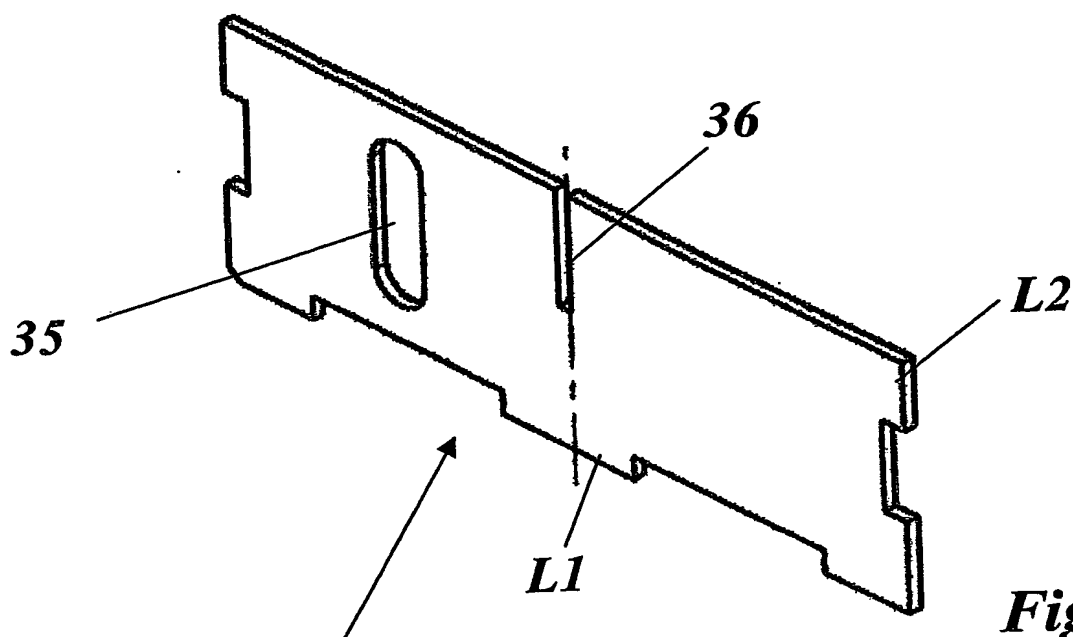


Fig. 5

15, 17, 19

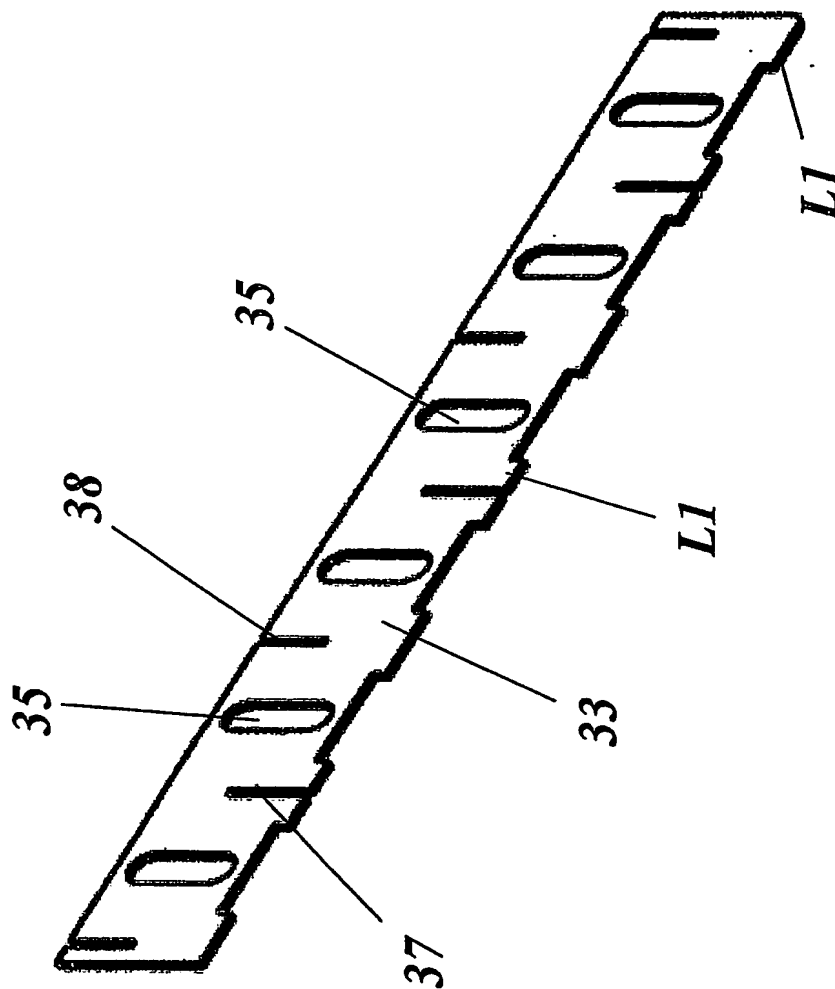
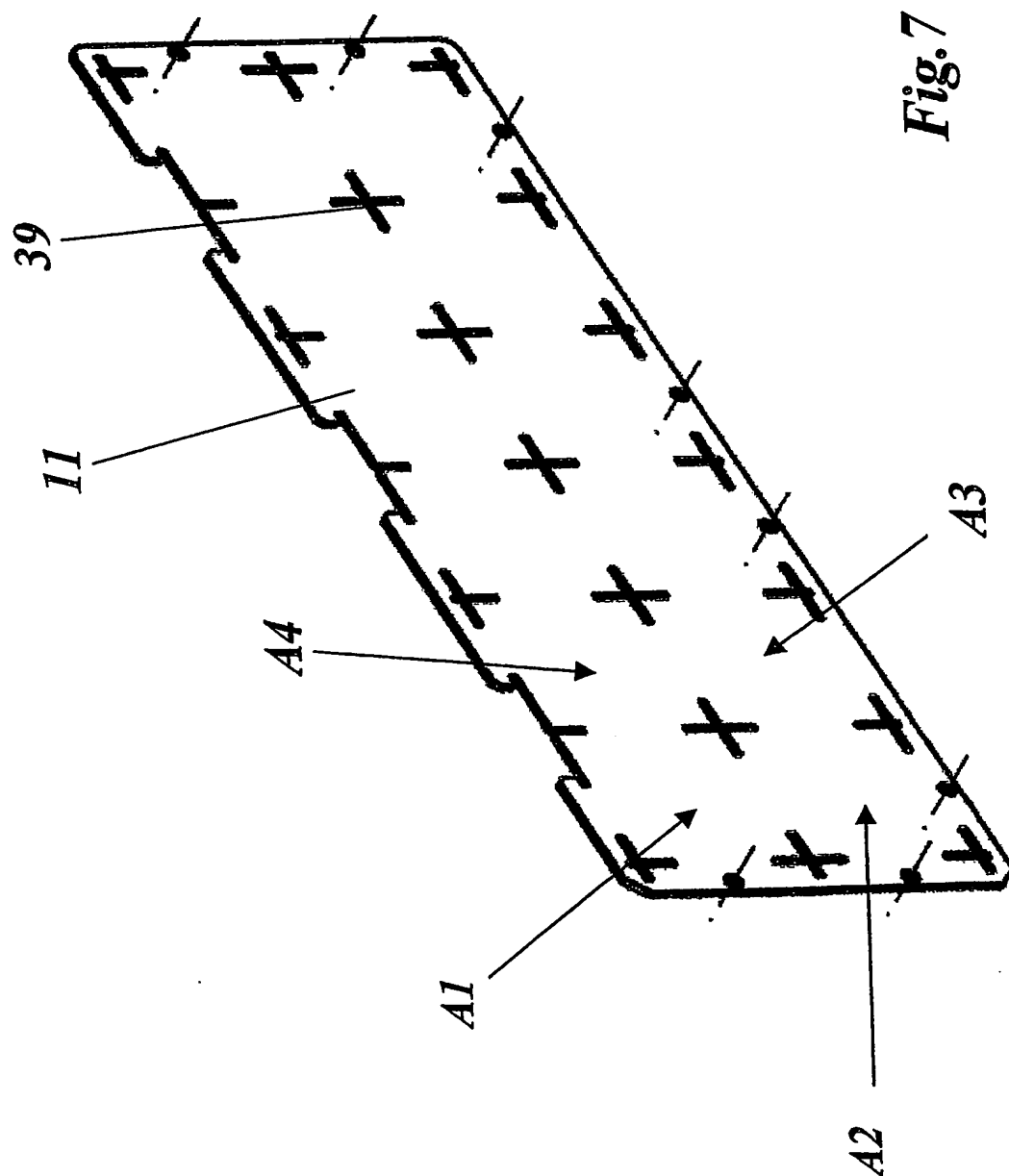


Fig. 6



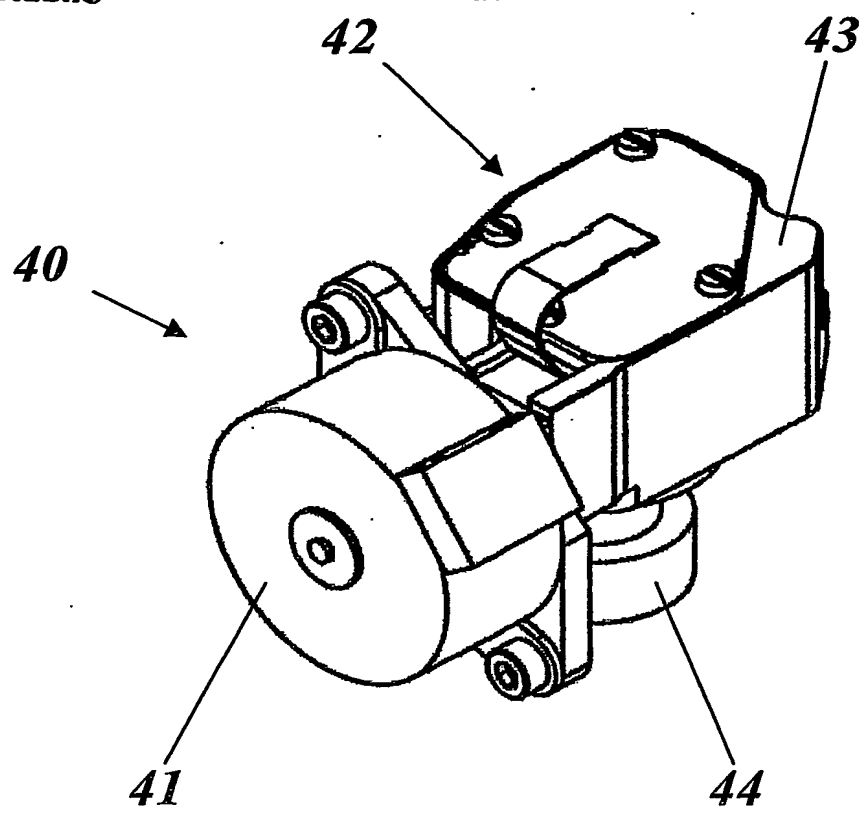


Fig. 8

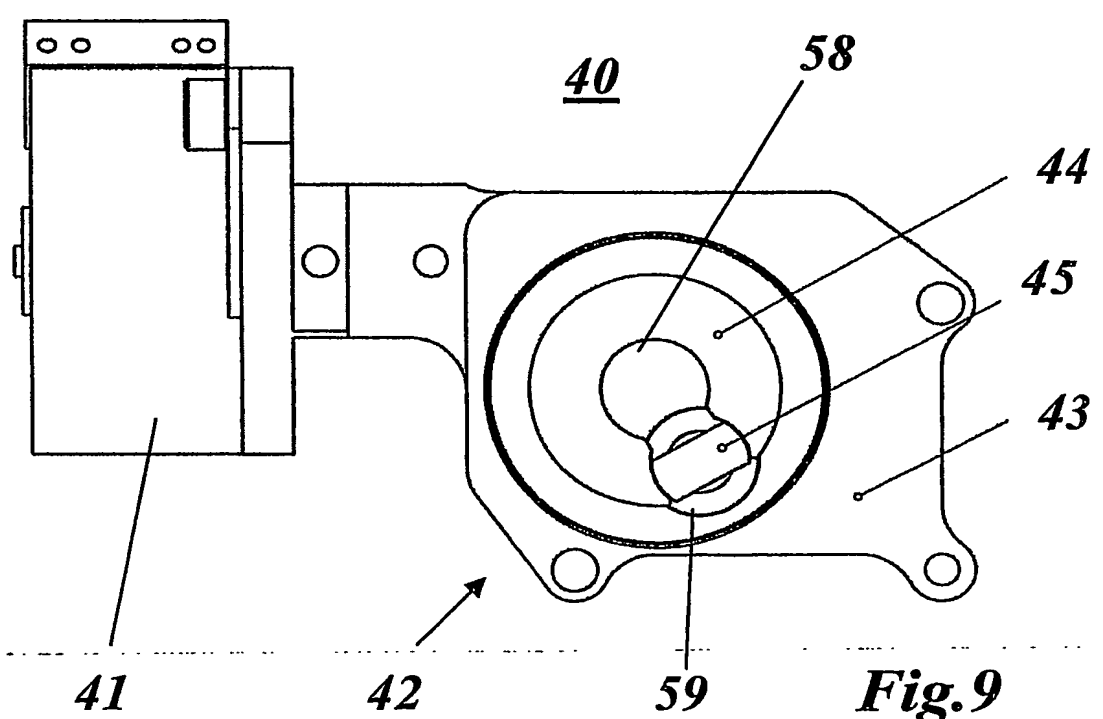


Fig. 9

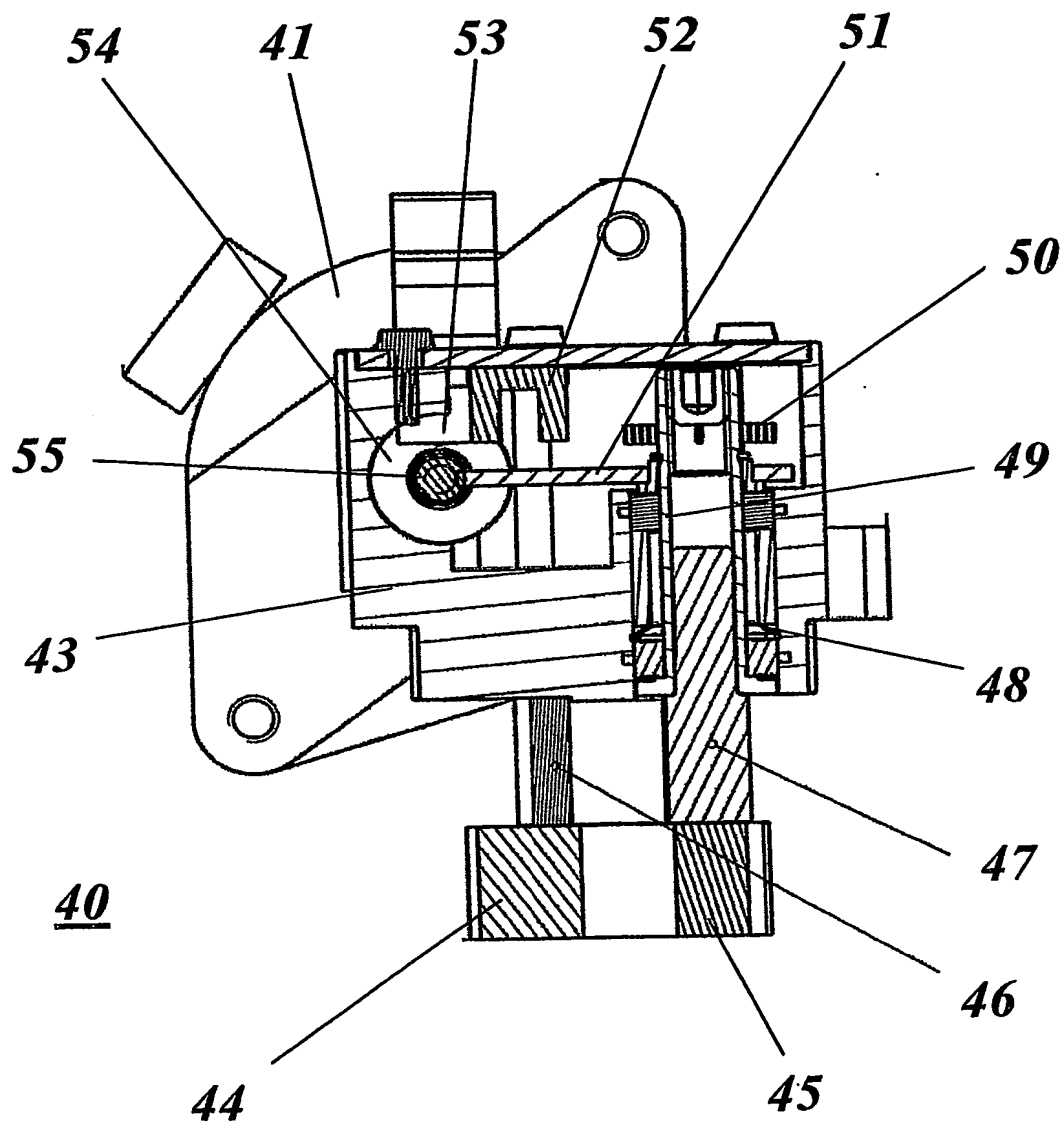


Fig.10

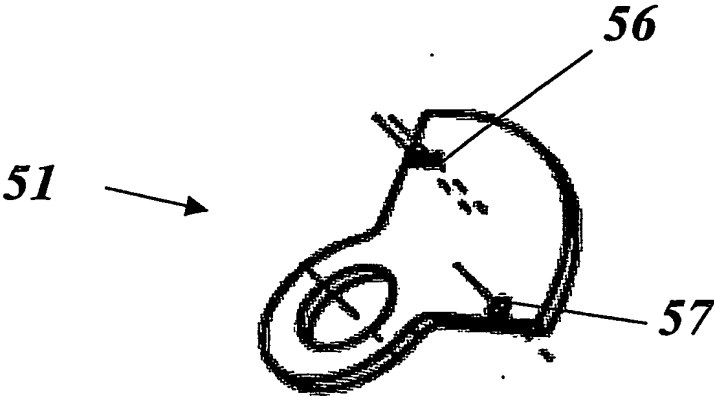


Fig.11

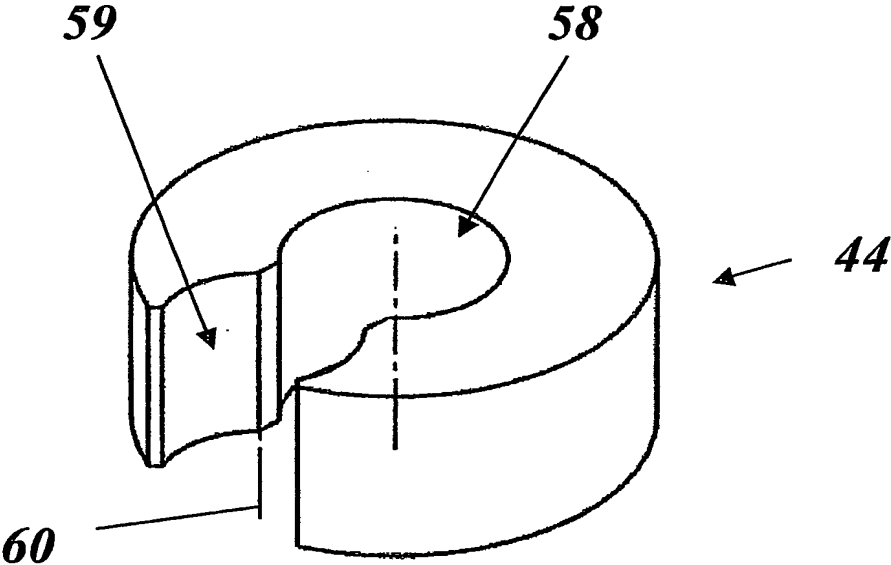


Fig.12

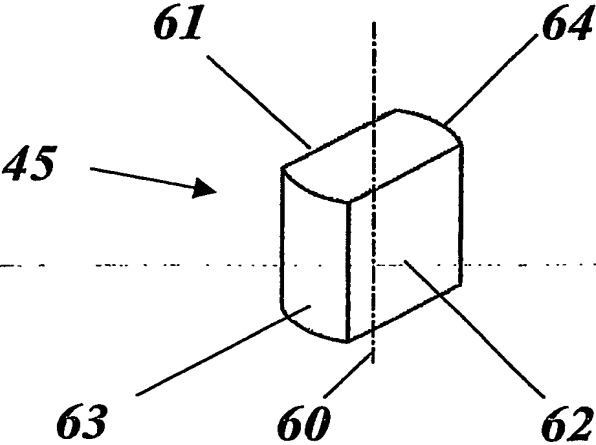


Fig.13

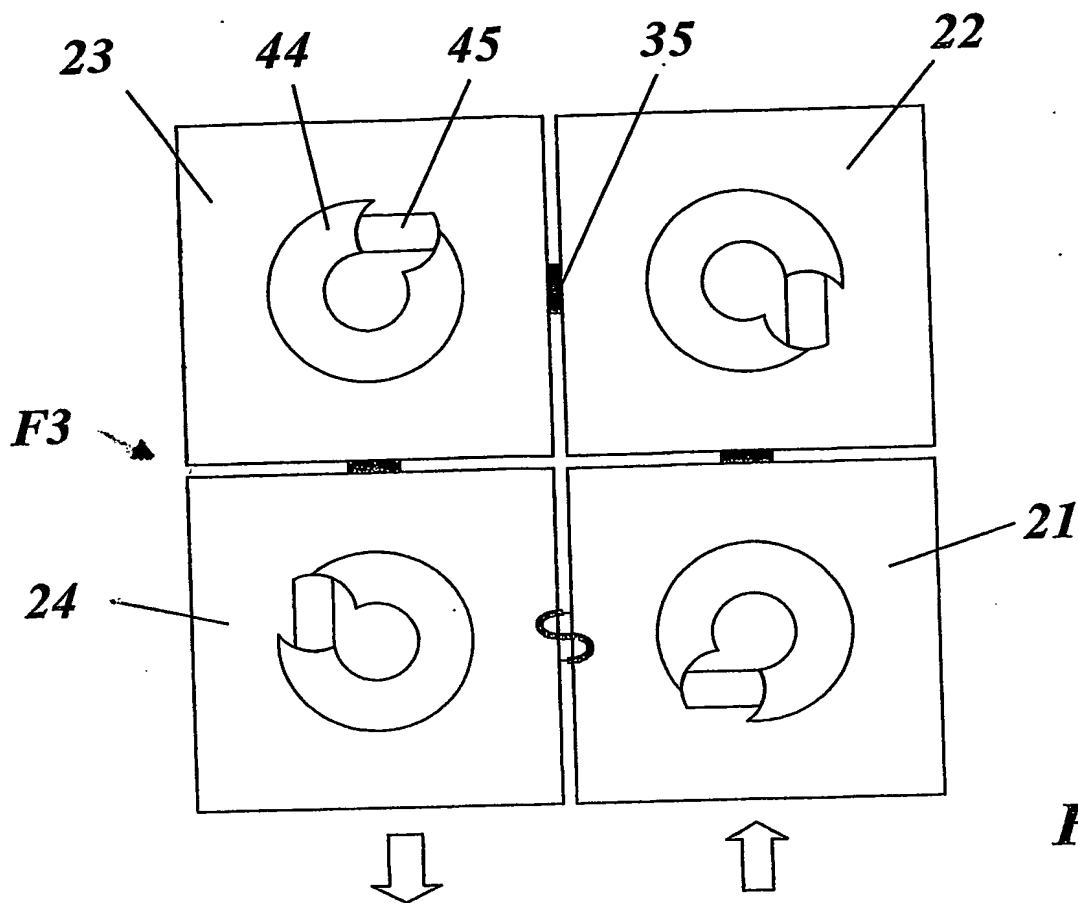


Fig. 14

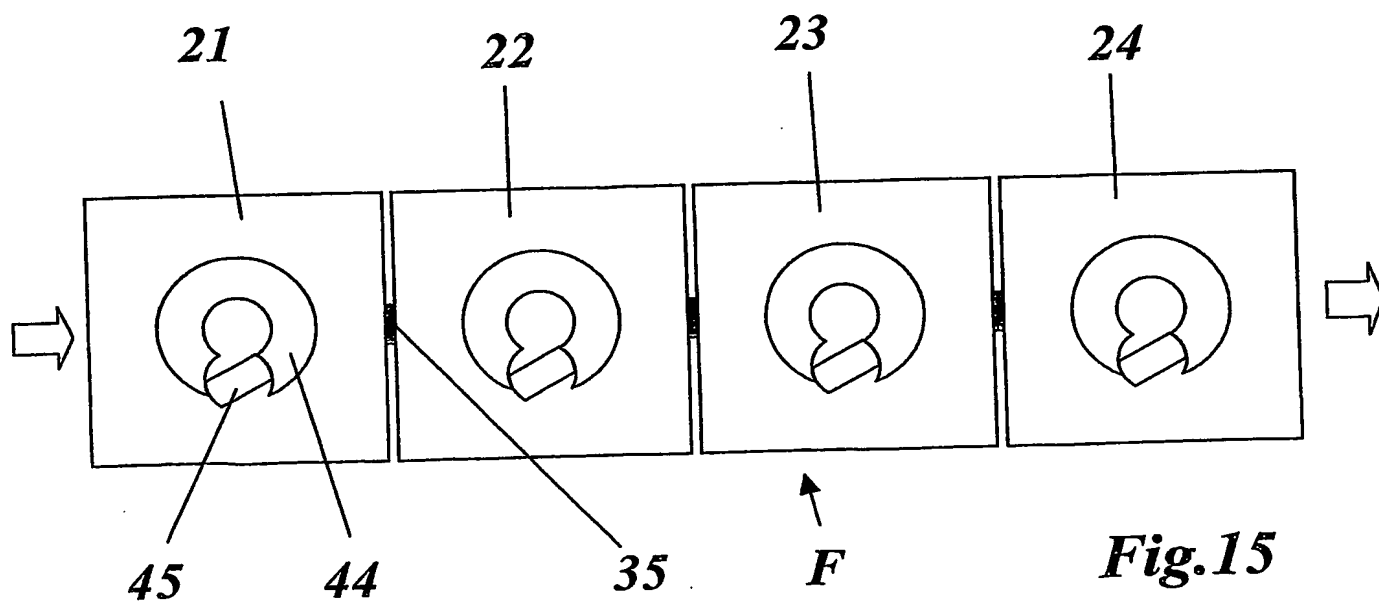


Fig. 15

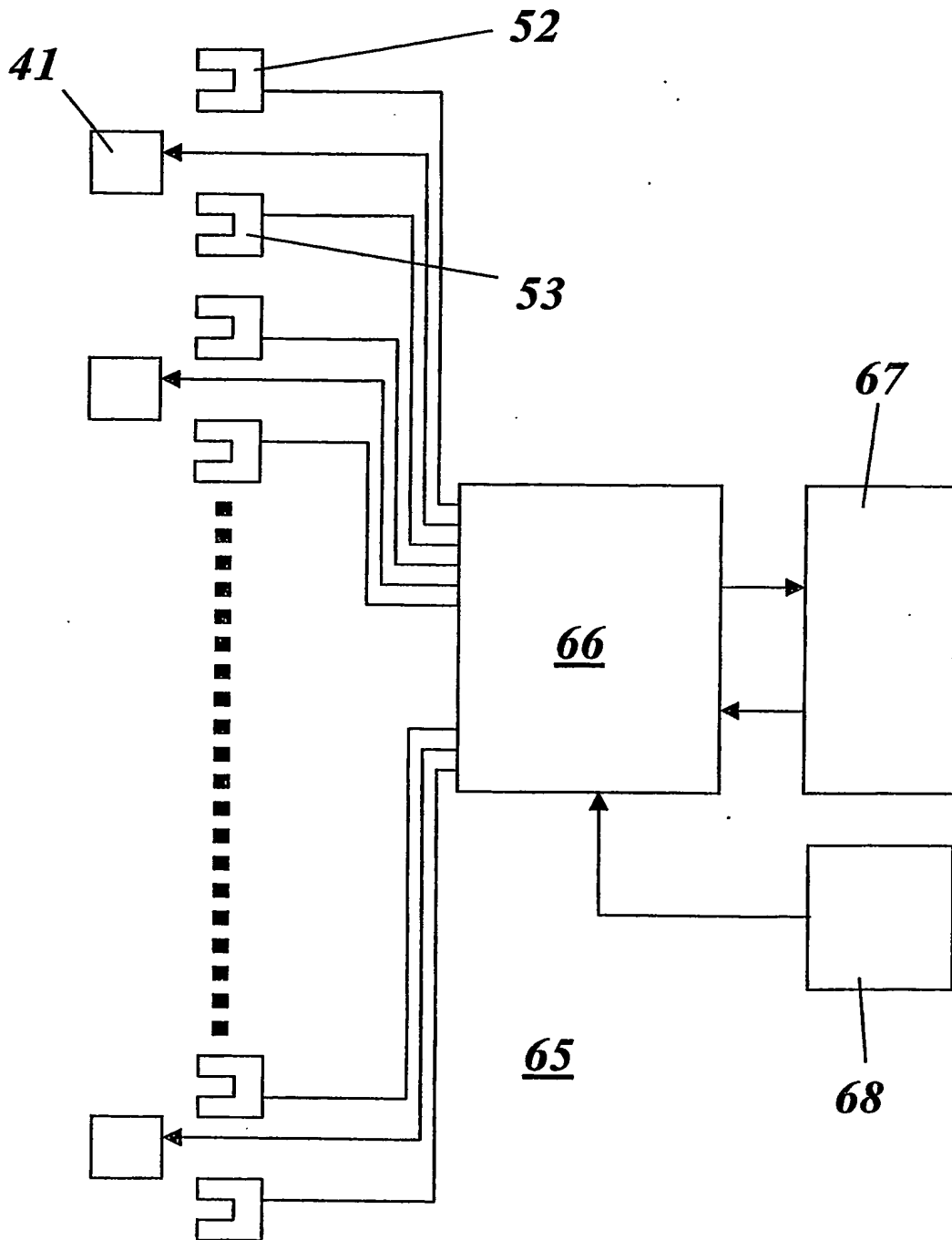


Fig.16

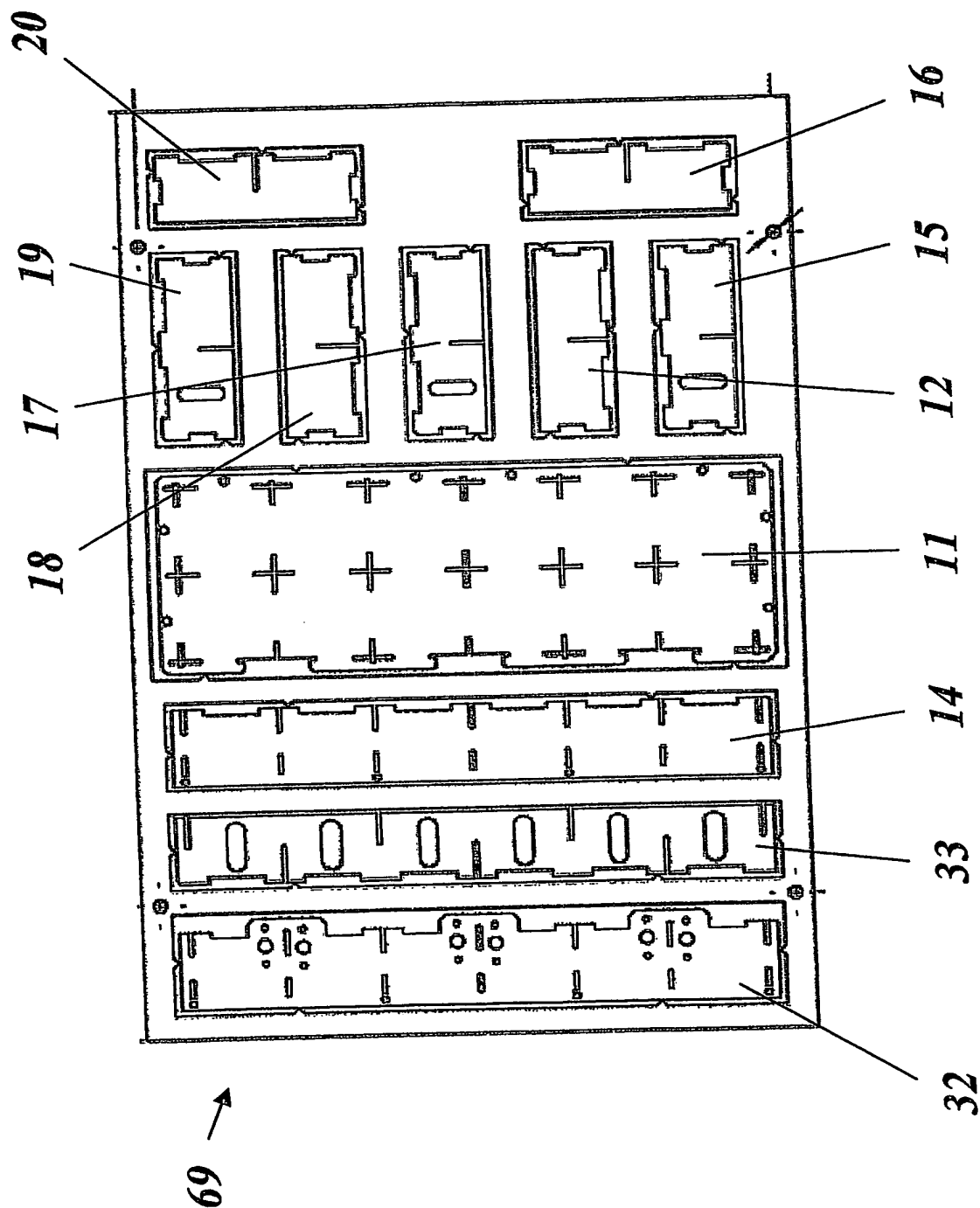


Fig. 17

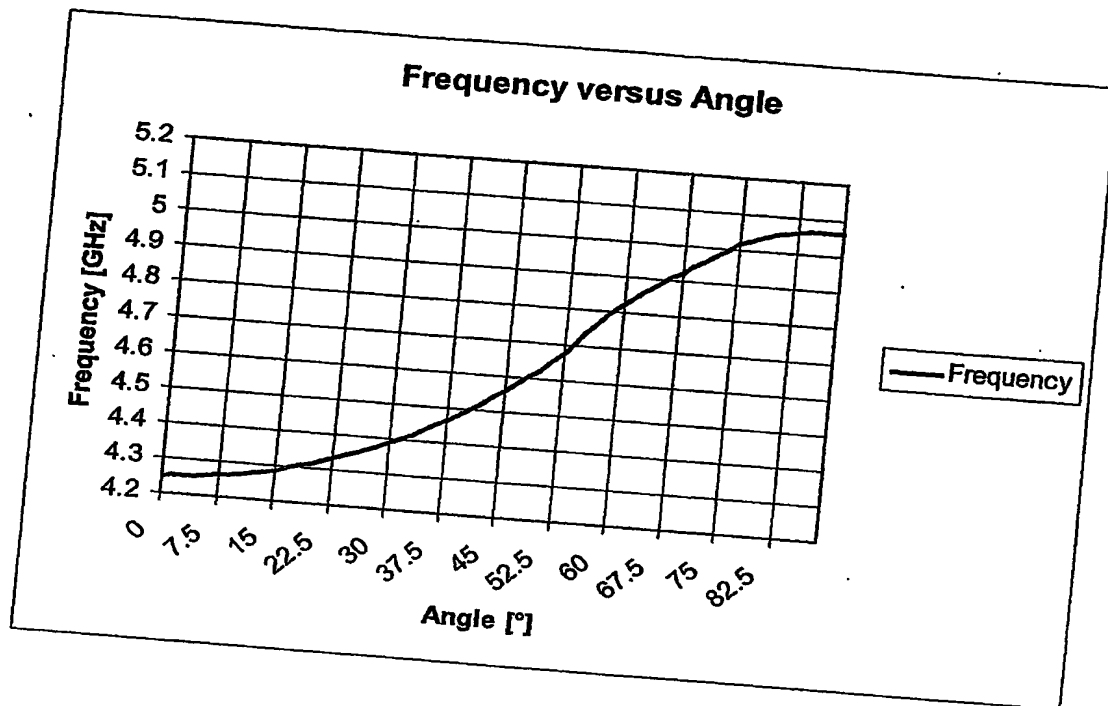


Fig.18

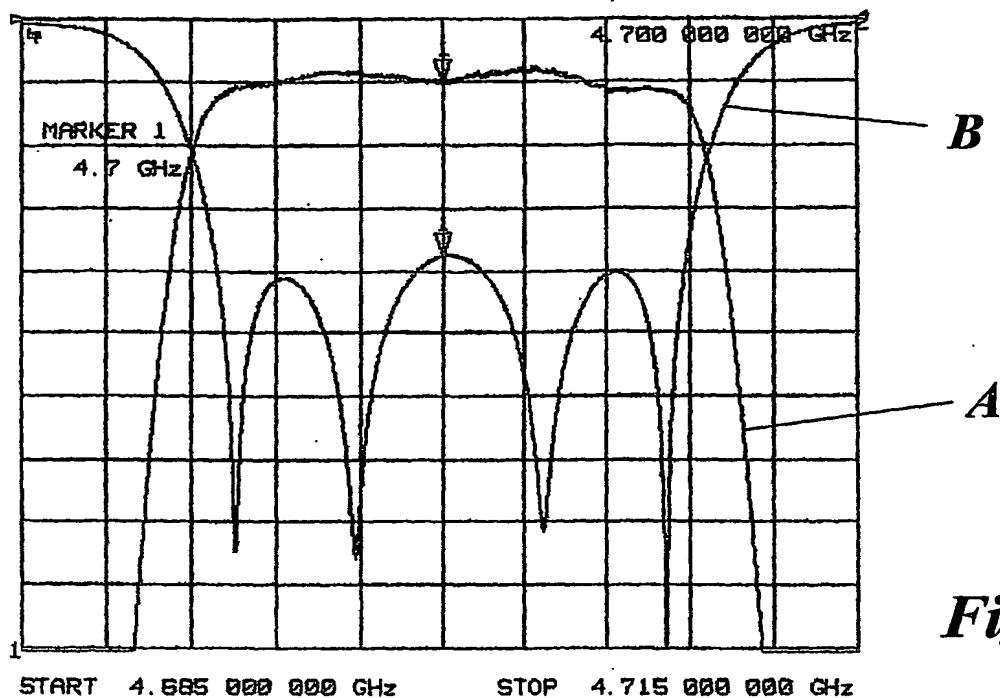


Fig.19

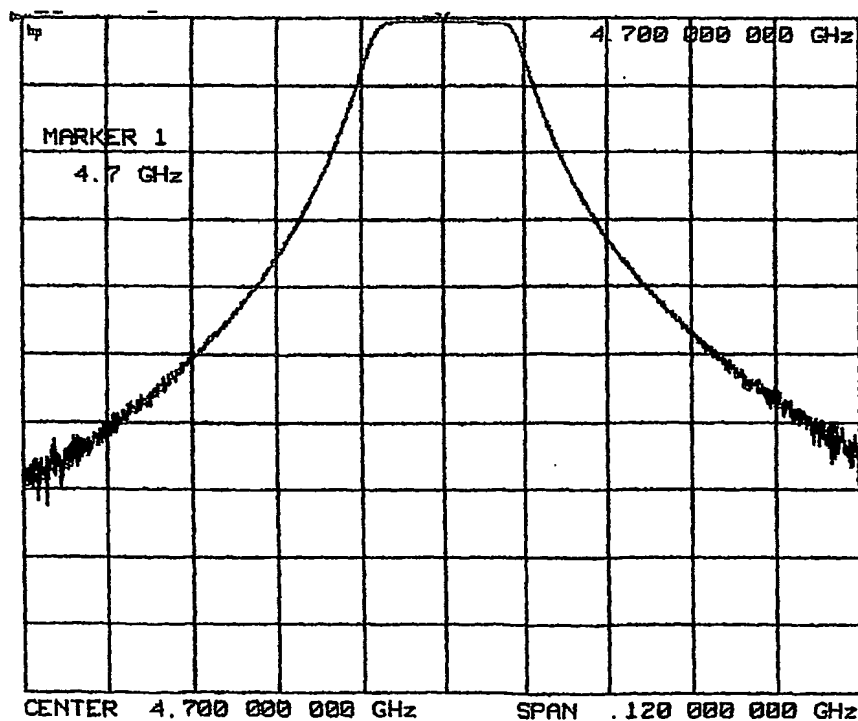


Fig.20

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.